

APORTES DEL ANÁLISIS MULTIVARIANTE EN PLANIFICACIÓN POR ESCENARIOS

CONTRIBUTIONS OF MULTIVARIANT ANALYSIS IN SCENARIO PLANNING

Pulido Montes Marlon Antonio

Estudiante Maestría en Gerencia de Empresas, Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Norte de Santander Colombia Correo electrónico: ingmarlonpulido@hotmail.com

Recibido: Julio 22 de 2020; Aceptado: Agosto 21 de 2020

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis sobre uno de los temas que más ha preocupado al hombre y es saber lo que sucederá en el futuro. Al respecto, existen diferentes metodologías para establecer lo que sucederá en el orden empresarial. En tal sentido, la planificación por escenarios es una manera que fundamenta las realidades múltiples e indeterminadas con miras a eventos futuros, adicionalmente, la asociación con otras metodologías y herramientas pudieran instrumentarse con miras a mejorar la perspectiva futurista de este tipo de planificación estratégica. Por lo tanto, el objetivo propuesto es resaltar los principales aportes del análisis multivariante como herramienta estadística en la planificación por escenarios. La metodología se desarrolla en tres fases: búsqueda de referentes científicos, clasificación de la información y abstracción de contenido. Se utilizó una base de datos 15 artículos en español y 15 en inglés que fueron tomados de diferentes bases de datos académicas y revistas indexadas. De esta manera, se podrá definir sobre la planificación por escenarios, sobre los métodos más comunes aplicados a nivel gerencial y sobre la manera como el análisis

multivariante fundamenta la toma de decisiones en la gestión por escenarios.

Autor de correspondencia Pulido Montes

Marlon Antonio. *Correo de contacto:

ingmarlonpulido@hotmail.com

Palabras clave: Análisis multivariante, Prospectiva, Planificación por escenarios, Proceso estratégico.

ABSTRACT

This article presents an analysis of one of the issues that has most concerned man, and that is knowing what will happen in the future. In this regard, there are different methodologies to establish what will happen in the business order. In this sense, planning by scenarios is a way that bases the multiple and indeterminate realities with a view to future events, additionally, the association with other methodologies and tools could be implemented with a view to improving the futuristic perspective of this type of strategic planning. Therefore, the proposed objective is to highlight the main contributions of multivariate analysis as a statistical tool in scenario planning. The methodology is developed in three phases: search for scientific references, classification of information and content abstraction. A database of 15 articles in Spanish and 15 in English that were taken from different academic databases and indexed journals was used. In this way, it will be possible to define scenario planning, the most common methods applied at the managerial level and the way in which multivariate analysis bases decision-making in scenario management.

Keywords: Multivariate analysis, Prospective, Scenario planning, Strategic process.

INTRODUCCIÓN

En el mundo empresarial, la gestión organizativa emplea diversas herramientas que le permiten desarrollar estrategias de

planificación, la cual es un método fundamental para la toma de decisiones al interior de cualquier compañía, corporación

o entidad. Visto de esta forma, la planeación estratégica es un ejercicio de formulación de hipótesis con miras al establecimiento de objetivos enmarcados en planes de acción concretos que conlleven al éxito empresarial. Alzamora, E. (2018).

Sin embargo, predecir el futuro o construirlo no es una tarea sencilla. Al respecto, son innumerables los métodos de pronósticos que la gestión gerencial emplea para minimizar la incertidumbre presente en cada análisis económico que se proyecte en las actividades propias de un ente en cualquiera de sus manifestaciones. Acorde con esto, algunas herramientas conocidas que proporciona información al respecto de la prevención futura son: análisis cuantitativos, cualitativos, estudios prospectivos, simulaciones y modelos causales a los que se suman una técnica de previsión conocida como la planificación por escenarios.

La planificación por escenarios, es una técnica de análisis asociada a estudios prospectivos, simulación de sistemas, planeación, imaginación, proyección y análisis. Debe señalarse que los escenarios son vistos en este contexto como la descripción de un futuro potencial o posible (Vergara, Fontalvo & Maza, 2010). Unido a ello, existen métodos científicos que fortalecen la planificación por escenarios y uno de esos métodos es el análisis

estadístico, que basado en la información que se tiene respecto a un punto de interés, sintetiza la agrupación de los mismos y a partir de allí, ofrece una proyección sobre cuáles son las variables que con mayor proporción influyen sobre un punto específico sometido a análisis. Siendo así, es evidente que el análisis multivariante es una herramienta fundamental para la toma de decisión en una gestión organizativa.

En el marco de este análisis, se analizaron los aportes del análisis multivariante en la planificación por escenarios, definiendo que se trata un tipo específico de planificación, seguido de la identificación de los métodos por escenarios más comunes, para finalmente, determinar como el análisis multivariante fundamenta la toma de decisión en una gestión organizativa por escenarios. Como metodología, se hizo una investigación de tipo documental, donde se analizaron comparativamente los aspectos más resaltantes de postulados sobre la planificación por escenarios en contraste con los aportes que ofrecen las herramientas estadísticas.

Para ello, se realizó una revisión de la literatura existente en diferentes revistas indexadas como son ScienceDirect, Redalyc y Dialnet hasta obtener 30 artículos científicos, siendo 15 en idioma español y 15 en habla inglesa. Los criterios utilizados

para la inclusión de los artículos se basaron en la pertinencia del tema, el uso de metodologías y herramientas que aportan en el análisis estratégico de las organizaciones.

La Planeación por Escenarios

La planeación por escenarios es un área de estudio que según Vergara, Herrera & Maza (2010), recientemente llega a la planeación estratégica para asociarse a los planes de gestión. Evidentemente, existe un interés amplio de parte del mundo académico y empresarial por explorar esta herramienta, haciendo uso de diversas metodologías que buscan teorizar, estandarizar y operacionalizar sus aplicaciones en las organizaciones u entes gubernamentales. Lo anterior inicia una tendencia clara en el esfuerzo por lograr una metodología, que descrita en pasos sencillos, permite integrar el proceso de desarrollo de los escenarios al proceso de toma de decisiones.

Debe señalarse, que un punto importante para la planeación es explorar el nivel de incertidumbre y los aspectos que rodean las consecuencias futuras de una decisión tomada con fines concretos de proyectar una acción hacia el futuro. En tal sentido, teóricos como Khan (citado por Vergara, *et. al.*, 2010) define la planificación por escenarios como un proceso, mediante el cual se capturan varias imágenes del

futuro, que en conjunto muestran las condiciones de incertidumbre que enfrentará una organización.

Por tal motivo, la planeación por escenarios es considerada como parte esencial de la planeación estratégica, que se encuentra relacionada con las herramientas y tecnologías para manejar la incertidumbre y los aspectos de las consecuencias que tendrá sobre el futuro una acción. Al respecto, Yori, Hernández & Chumaceiro (2011) aclaran que la concepción de los escenarios, por si solos, no son una estrategia, sino un método que debería llevar a una.

Ahora bien, Yori, *et. al.*, (2011) identifican la planeación por escenarios como una estrategia que estudia el entorno como un método de determinación de las decisiones a tomar. Las mismas, están orientadas a alcanzar los objetivos organizacionales. Según estos autores, esta técnica implica pronosticar y desarrollar proyecciones posibles para determinar el alcance y velocidad de cambio que surte en el entorno. En este sentido, la anticipación del futuro se logra a través de la imaginación de amenazas futuras. Es evidente, que los escenarios de planificación son de vital importancia en aquellos negocios donde suceden cambios repentinos, para lo cual resulta fundamentalmente estratégica. Al respecto,

existen diferentes consideraciones que identifican diferentes tipos de escenarios.

En relación a lo anterior, según consideraciones hechas por los investigadores Boden, Auty, Bessell, Duckett, Liu, *et. al.* (2105), en su trabajo sobre escenarios enfocados a la industria alimenticia; destacan que en la planificación por escenarios se deben definir por los menos tres aspectos vitales del modelo de descripción del futuro potencial o posible. El primero de ellos, se trata del universo posible, el cual es aquel escenario dicotómico con multitud de variables, en donde, se diseñan todos los escenarios resultantes que pudieran suceder basándose en elementos claves del pasado y presente, tal como lo sugiere el modelo de Dubin (citado por Vergara, *et. al.*, 2010) y que será abordado más adelante.

Del mismo modo, el segundo escenario analizado, es un escenario independiente según la opinión de Farhangmehr (2005), quien diseñó un modelo de planificación asociado al marketing, se trata del universo pausable o deseado; según este autor todo modelo de planificación nace de las iniciativas que una empresa tenga y de lo que desee llevar a cabo. Por lo tanto, el universo pausable o deseado no puede ser descartado de ninguna planificación o proyección empresarial. De esto resulta que la planificación estratégica es un factor

importante en el éxito corporativo, en la mejora organizacional y en el rendimiento empresarial (Farhangmehr, 2005). Por lo tanto, el universo deseado debería encontrarse entre la suma de los universos posibles, ya que según los enfoques generales existentes para definir la eficacia en la planificación, los mismos, se basan en que estos sean los resultados finales requeridos para la naturaleza del proceso de planificación.

Acorde con Greenley (citado por Farhangmehr, 2005) las definiciones basadas en los resultados finales de un plan incluyen efectividad en lograr los resultados planeados con base financiera, tales como criterios para medir la efectividad, correcta evaluación de oportunidades y efectividad basada en el proceso de planificación. Todos estos, son razonamientos que deben estar plenamente definidos y encontrarse dentro de lo deseado por la empresa. De lo contrario, existirían problemas de incongruencia dentro de la revisión y la efectividad en la planificación. (Caballero Tovío, A., 2016; Bernal Payares, O., 2018).

En esa línea, el teórico Godet (2000) señala que no todos los escenarios son igualmente probables o deseables. Al respecto, hay uno que destaca en importancia y con el cual se debe hacer una distinción entre los escenarios generales. En este punto, entra el tercer aspecto a ser

considerado; se trata del universo factible: el cual, es aquel universo en el que la suma de todas las probabilidades es mayor. Es decir, es el universo que con mayor probabilidad ocurriría. Cabe destacar, que los escenarios que proyectan tanto deseo con respecto al futuro, no deben ser confundidos con la elección de opción estratégica mas optima.

Es especialmente importante, según Godet (2000) evitar confusiones, porque no son los mismos actores internos que actúan en los dos primeros escenarios, los que actúan sobre este tercer escenario futurista. En efecto, este escenario tiene dos distinciones significativas, a saber: el primero, es que puede o no encontrarse en el escenario pausable o deseado. Es decir, el escenario más probable puede ser uno pesimista que no vaya de acuerdo con lo deseado por la empresa. En segundo lugar, este escenario debe estar considerado en los escenarios posibles identificados en el primer aspecto.

Lo importante, es un factor matemático o axioma sencillo en el marco de los aspectos relevantes de la planificación y es el siguiente; la suma de las diferencias entre el universo deseado y el universo factible debe aproximarse a cero. En otras palabras, el norte de la planificación por escenarios debe enfocarse en lograr que la diferencia entre el escenario factible y el escenario

deseado sea lo más mínima posible, puesto que, es éste el punto de partida de la planificación estratégica; dependiendo de la diferencia entre ambos escenarios es que se llevan a cabo las consideraciones pertinentes a la planificación estratégica, se determinan acciones que se orienten hacia lograr el escenario deseado, eliminando o sumando los aspectos que la gerencia considere necesario para lograr aproximar ambos universos futuristas. Ahora bien, existen diferentes tipos de escenarios dentro de estos tres aspectos.

Tipos de escenarios: Sobre los tipos de escenarios, el teórico Francés Godet (2000) señala un primer escenario denominado: escenario a largo plazo. Este tipo de escenario es aquel que resalta las variables más relevantes cuyo comportamiento proporciona un perfil del entorno con un radio amplio. Estas variables, se pueden clasificar en físico-ambientales, técnico-económico, sociales y político-institucionales. El teórico, establece una metodología para definir el estado de cada variable como optimista, pesimista y probable. Para ello, se emplean determinados supuestos que operan dentro de un sistema coherente combinado de opciones múltiples.

El segundo escenario mencionado por el teórico, es el denominado escenario de mediano plazo. Es aquel escenario

construido sobre la base de posibilidades alternas asumidas dentro de un contexto menos amplio. Este tipo de escenario, fue puesto en práctica alrededor de los años 70 (Godet, 2000). El mismo, se destaca por la suma de un número muy amplio de variables en un espacio de tiempo reducido, que no obstante, suma variables a largo plazo como envejecimiento poblacional, agotamiento de las reservas mineras, entre otras; con variables a corto plazo como movimientos bursátiles, cambios tecnológicos y tendencias demográficas que sufren cambios a corto plazo. Se puede resumir, que este método plantea explorar opciones sondeando todos los resultados posibles a largo y corto plazo e identificando oportunidades y amenazas posibles dentro de ese ámbito y definiendo puntos intermedios vitales.

Según Madrigal (citado por Yori, *et. al.*, 2011) existe el escenario denominado: escenario a corto plazo. Este tipo de escenario es aquel que evalúa situaciones posibles que se pueden presentar a corto plazo, ignorando los escenarios futuristas más amplios, debido a que busca soluciones en el futuro inmediato. Sin embargo, lo anterior no significa que no se tomen en cuenta las variables propias de escenarios a largo plazo, sino que se toma en cuenta las variables a corto plazo para efectos de una decisión inmediata. Bajo esta perspectiva, Yori, *et. al.*, (2011) resalta

que la proyección a corto plazo fundamenta cambios veloces registrados por una herramienta estratégica creada para que la organización u empresa emprenda acciones proactivas con implicaciones inmediatas, que sin embargo, toma información oportuna para proyectar una visión futura más amplia, donde se parte de lo específico a lo general.

Con el transcurso de los años, las metodologías para la planeación por escenarios fueron evolucionando; según Echeverría (2016) a la par que se transformaron al nivel que se integraron a la toma de decisiones y estrategias, con el fin de aprovechar mejor los escenarios creados. A partir de ahí y dentro de la variedad de modelos, se resalta algunos señalados a continuación: como el Modelo de Jerarquía Analítica, El Método de 8 pasos y El Método Diamante, los cuales son solo algunos de los métodos mediante el cual, se llevan a cabo diferentes procesos de gestión estratégica orientados a la toma de decisiones mediante la planificación por escenarios.

Sin embargo, según Echeverría (2016) existen ciertas falencias asociados al método de la planificación por escenarios, puesto que, dentro de la etapa del análisis en la toma de decisiones, las organizaciones requieren tomar aquellas que les permita afrontar los posibles

cambios dentro del entorno competitivo de forma más conveniente. En tal sentido, el propósito de la estrategia es desarrollar una serie de políticas que conlleven a los individuos a direccionar el comportamiento del sistema permitiéndole funcionar de la mejor manera posible ante los diversos eventos que pudieran acontecer. El problema, se presenta a partir de la toma de decisiones y es sobre ¿cómo tomar la decisión más adecuada? cuando existen la incertidumbre y la ambigüedad dentro de este contexto.

Igualmente, dentro del futuro (próximo o lejano) es posible afirmar que no todos los hechos y situaciones son totalmente predecibles. Y si a esto, se le suma que en los métodos de planeación, la toma de decisiones queda a criterio de las personas encargadas de ello, haciendo que se torne subjetivo, por lo que es necesario la implementación de técnicas que minimicen esta falencia, permitiendo a los directivos enfrentarse a modelos de selección de alternativas que eviten el sesgo que supone los criterios personales. Algunos métodos de planificación por escenarios son los siguientes:

Método AHP: Procesos de Jerarquía Analítica o AHP, por sus siglas en ingles es una herramienta de previsión de escenarios empleada en la práctica gerencial, que según Mejía, Agudelo & Soto (2016), es

esencial dentro de la administración empresarial, al punto, que de esta metodología depende en gran medida el desempeño de las compañías hoy en día. La metodología en cuestión, es según la opinión de teóricos como Phadnis (2012) y Schwartz (1991) (citados por Mejía, Agudelo & Soto, 2016) una herramienta descriptiva para cada escenario creado de manera lógica e intuitiva, que brinda detalles y características explícitas e implícitas a fin de ofrecer a la gerencia la información necesaria, contemplando de manera holística las variables envueltas en el fenómeno bajo aspectos micro y macro.

Dentro de este marco, la revisión de las variables permite el análisis de factores, donde, bajo un enfoque de proyección a futuro se identifiquen dos aspectos fundamentales, primero: el factor local, asociado con las variables que integran el fenómeno estudiado internamente en tiempo presente; y segundo: las fuerzas conductoras, que son aquellas que motivan o afectan los posibles futuros. Según Mejía, Agudelo & Soto (2016) se debe seguir un paso a paso, el primero de ello es definir el alcance del proyecto; el segundo paso es listar los factores locales; el tercero es identificar las fuerzas conductoras; el cuarto es realizar un ranking y ponderación de las fuerzas conductoras y locales; y el quinto es definir los escenarios que son el fin optimo de la acción estratégica. Otro método que

también sigue un diseño paso a paso, es el denominado: Método de 8 pasos.

Método de Dubin: En el año 1969 el teórico Robert Dubin (citado por Gutiérrez, Gutiérrez & Linares, 2013) desarrolla un modelo que se destaca por crear una interfaz que une los escenarios con el proceso de toma de decisiones empresariales. En este aspecto, el método de desarrollo teórico de Dubin plantea en primer lugar que se deben definir las unidades de análisis como primer término; en este paso se considera cada una de las decisiones a tomar para enfrentarla a la toma de decisiones; el segundo aspecto, es definir las leyes de interacción, es decir, explicar cómo las unidades de decisión influyen sobre las otras, el reto es detallar acertadamente el nivel en que confluyen en un mismo plano las decisiones que se esperan tomar; el tercer paso es la identificación de las restricciones presentes, es decir, definir que limitantes presentan las unidades de análisis para ser llevadas a la práctica y como esas restricciones afecta el conjunto general de la planificación.

Como cuarto paso se encuentra el estado del sistema, el cual es la identificación integral de la realidad de la empresa, es decir, según la toma de decisiones presentes, sus interacción y restricciones, se identifican cuáles son los escenarios posibles; el quinto paso es el de

la formulación de proposiciones o interacciones del sistema que resulte más conveniente para la empresa y el modelo de gestión estratégico planificado. Hasta aquí, se cumple la primera parte del modelo de Dubin, como se evidencia, se trata de un proceso absolutamente teórico. A continuación, los pasos siguientes se basan en llevar a la práctica el modelo.

El sexto paso del método de Dubin es el de evaluar los indicadores empíricos de los puntos clave; el mismo consiste en determinar qué aspectos de las unidades de análisis son los que deben tener prioridad y cómo se va a llevar acabo la secuencia lógica de cada una de ellas, es decir, se determinan cuáles son los lineamientos a tomar en cuenta y cuáles son las acciones que van a orientar el proceso estratégico. El séptimo paso es el de la formulación de hipótesis o identificación de las realidades resultantes si se lleva a cabo la secuencia de eventos de una forma determinada y que pasaría si no, es en este nivel que se identifican los universos resultantes de la toma de decisiones que se lleven a cabo. El ultimo y octavo paso es el de la prueba, donde se pone en funcionamiento el modelo de proyecto propuesto. Por lo tanto, este es el fin óptimo del método de Dubin de desarrollo teórico.

Modelo de 8 pasos: El método propuesto por Dubin, es revalidado con el

modelo de 8 pasos propuesto por el teórico Peter Schwartz (citado por Meriton, 2009) que realiza modificaciones al modelo analizado paso a paso del método de Dubin; el cual es un modelo muy similar al anterior, solo que con algunas consideraciones más obvias. El modelo en sí, inicia con una identificación de los problemas, seguido de la correcta identificación de los factores claves, para luego, realizar la identificación de las fuerzas que motivan los factores claves, que son aspectos financieros, técnicos y logísticos, etc. A continuación este método crea una jerarquización, en la cual identifica las decisiones más importantes y sus variantes, para posteriormente, a partir de allí, desarrollar los escenarios seguidos de un estudio detallado, considerando las implicaciones que cada escenario significa para el desarrollo estratégico y finalmente, identifica las alertas o los puntos sensibles de la planificación. Este método difiere del propuesto por Dubin en que no aplica una prueba, sino que se limita a la identificación de sensibilidades como finalidad del método, sin llevar a la práctica las proposiciones.

Para la década de 1992 el teórico Michael Godet, (citado por Kaplan, Navarro & Cruz, 2009) propone que los escenarios pueden servir no solo para predecir un futuro, sino que además pueden ser útiles como sistemas de orientación centrado en

la construcción de un futuro idealizado, una aseveración coherente con la perspectiva del universo deseado o universo pausable. Para ello, el teórico se basó en la aplicación del diamante de competitividad diseñado por Porter (1985), aplicado como un método de identificación de ventajas competitivas a nivel futurista diseñada para el sector industrial. Esta herramienta se integró progresivamente en los modelos de los estudios prospectivos estratégicos por escenarios.

Método diamante: Kaplan, *et. al.*, (2009) al respecto, mencionan el método desarrollado por Kees Van Der Heijden (1996) denominado: método diamante, el cual presenta su propia metodología estructurada, basada en la puesta en marcha de 5 criterios en el desarrollo de planificación por escenarios. El mismo, identifica en primer lugar, que para llevar a cabo una correcta planificación de este tipo, es indispensable al menos dos escenarios para reflejar la incertidumbre, seguido de la necesidad de que cada escenario sea posible; complementariamente, según este planteamiento, los escenarios deben ser internamente consistentes, por lo tanto, deben tener relevancia dentro de los lineamientos objetos de preocupación de la empresa y finalmente, deben producir una nueva y original perspectiva al problema planteado inicialmente como parte de la gestión estratégica.

El Análisis Multivariante

A finales del siglo ante pasado el matemático Wilkes (citado por Mushtak, 2012) desarrolló el análisis multivariante, siendo un método estadístico que posteriormente sería complementado por Hotelling, quien determinó el análisis de componentes principales y la correlación canónica. Sin embargo, fue en la primera mitad del siglo XX que se estableció la mayor parte de la teoría del análisis multivariante. 60 años después, con el desarrollo de la informática, la psicología, leyes económicas y estrategias gerenciales, incluyeron los métodos de análisis multivariados en el estudio de estas disciplinas, las cuales, ha perfeccionado notablemente (Mushtak, 2012).

Al respecto, según De Oliveira, Ribeiro, Brito, Oliveira & De Sousa (2018) se han creado programas informáticos diseñados para incluir el método estadístico al análisis de planeación. A partir de esta herramienta se tiene acceso a una gama mucho más amplia de técnicas sofisticadas para explorar los datos. Ahora bien, el desafío es saber qué técnica seleccionar y comprender claramente sus fortalezas y debilidades.

En ese contexto, De Oliveira, *et. al.*, (2018) analiza ciertos aspectos positivos del análisis multivariante, debido a que la mayoría de los análisis de datos presentes en las variables de estudio intentan

responder preguntas complejas que involucran más de dos variables. Estas preguntas se abordan mejor mediante técnicas estadísticas multivariadas. Hay varias técnicas multivariadas para elegir, basadas en suposiciones sobre la naturaleza de los datos y el tipo de asociación bajo análisis. Se tiene en cuenta que cada técnica prueba los modelos teóricos de una pregunta de investigación sobre asociaciones contra los datos observados. Además, los modelos teóricos se basan en hechos, más hipótesis sobre asociaciones pausibles entre variables.

Actualmente, según Johnson & Wichern (2007) las técnicas multivariantes permiten a los investigadores observar las relaciones entre variables de una manera general y cuantificar la relación entre ellas. El análisis multivariante, puede encontrar la asociación entre variables, mediante el uso de tabulación cruzada, correlación parcial y regresiones múltiples, e introducir otras variables para determinar los vínculos entre las variables independientes y dependientes o para especificar las condiciones bajo las cuales tiene lugar la asociación. Esto proporciona una imagen mucho más rica y realista que mirar una sola variable y proporciona una importante en comparación con las técnicas univariantes. Lo anterior, es indispensable si se planea emplear el análisis multivariante como base para la planeación por estrategias.

En cuanto a debilidades del análisis multivariante, los mismos, tienen más que ver con técnicas de aplicación que con rendimiento real asociado a esta técnica, por lo menos así lo considera Wolfgang & Simar (2012), ya que las técnicas multivariantes son complejas e involucran matemáticas de alto nivel que requieren de conocimientos en aspectos estadístico para analizar los datos. Por otra parte, los resultados del análisis multivariante no siempre son fáciles de interpretar y tienden a basarse en supuestos que pueden ser difíciles de evaluar. Adicionalmente, para que las técnicas multivariantes den resultados significativos, necesitan una gran muestra de datos; de lo contrario, los resultados no tienen sentido debido a errores de alto estándar.

En cuanto a esto, los errores estándar determinan qué tan seguro puede estar en los resultados y puede tener igual confianza en los resultados de una muestra grande que de una pequeña. Esto es importante de considerar, si se toma en cuenta que las decisiones en una empresa significan pérdidas o ganancias de capital que no se debe arriesgar o que es el objeto que se busca proteger. No obstante, existen programas estadísticos que realizan estos modelos, pero requiere un estadístico para dar sentido a la salida de los resultados, por lo que este sería una variante en el campo organizacional de una empresa, la

incorporación de un experto en esta área. De hecho, existen dentro de las compañías, en algunos casos, un área de estadística que brindaría apoyo al análisis multivariante en la alta gerencia.

El análisis estadístico según Mushtak (2012) utiliza métodos estadísticos matemáticos para estudiar y resolver el problema de la teoría y los métodos de múltiples índices. En los últimos 20 años, con la tecnología de aplicaciones informáticas y la necesidad urgente de investigación y producción, las técnicas de análisis estadístico multivariante se utilizan ampliamente en geología, meteorología, hidrología, medicina, industria, agricultura, economía y muchos otros campos. La herramienta, en términos simplificados, explora el núcleo de un sistema usando un análisis de componentes principales, análisis factorial, análisis de correspondencia y otros métodos, para de esta forma, se pueda crear una serie de factores en cada variable para encontrar el mejor subconjunto de información contenida en los resultados de variables de múltiples sistemas y el impacto de varios factores en el mismo.

En ese orden de ideas, el análisis multivariante, es una herramienta estadística basada en el método científico que permite controlar la predicción de variables, para lo cual, el modelo tiene dos

categorías. Uno es el modelo de predicción, que a menudo usa regresión lineal múltiple, análisis de regresión gradual, análisis discriminante o análisis de regresión gradual del modelado de doble detección. El otro es un modelo descriptivo, con técnicas de modelado de análisis de conglomerados comúnmente utilizadas (Mushtak, 2012).

Por otra parte, el análisis multivariante es definido por Closas, Arriola, Kuc, Amarilla & Jovanovich (2013) como un conjunto de métodos estadísticos, cuya finalidad es analizar simultáneamente grupos de datos multivariantes. Esto, debido a que habitualmente existen dentro de un sistema distintas variables medidas para cada punto específico de estudio. En tal sentido, la finalidad óptima del análisis multivariante se centra en un mejor entendimiento del fenómeno que se analiza, obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivalentes no tienen la facultad de conseguir.

Sin embargo, según Chandra & Menezes (2001) existen técnicas que permiten diagnosticar cómo elegir los métodos apropiados para resolver problemas prácticos presentes en el método estadístico de análisis multivariantes enfocado en una ciencia específica. Por ejemplo, un modelo de predicción puede basarse en: los principios biológicos y ecológicos para determinar los modelos

teóricos y el diseño experimental; basado en resultados de pruebas, recolección de datos; y de extracción preliminar de datos. Posteriormente, se deben aplicar métodos de análisis estadístico con la intención de identificar la correlación entre las variables y seleccionar el mejor subconjunto de ellas. Sobre esta base, se logran construir modelos de pronóstico para el diagnóstico final del modelo y para la optimización y aplicación a la producción real. Por esta razón, el análisis multivariante necesita tener en cuenta las variables de respuesta múltiple de los métodos de análisis estadístico adaptado a los modelos de solución propuestos.

Con respecto a lo anterior, Chandra & Menezes (2001) señalan que en el marco del análisis multivariante aplicado a otras ciencias, incluyendo las directamente empresariales, se debe tener en cuenta que su importancia radica primordialmente en el siguiente enunciado: cuando hay muchas variables en un diseño de investigación, a menudo es útil reducir las variables a un conjunto más pequeño de factores con miras a lograr una mejor comprensión del fenómeno estudiado y de los aspectos que se desean pronosticar.

Según Ramírez, Guevara, D'Armas, Peña & Farías, *et. al.*, (2017), existen dos métodos principales de análisis multivariante: el análisis factorial común,

que extrae factores basados en la varianza compartida y el análisis de componentes principales, que extrae factores basados en la varianza total. El análisis factorial común se usa para buscar factores que influyan en un conjunto de variables y el análisis de componentes principales se utiliza para encontrar el menor número de variables que explican la mayor variación. El primer factor extraído explica la mayor varianza.

Al respecto, Meneses (2013) profundiza en este aspecto al indicar que en el análisis factorial se presenta las variables de manera relacional como combinaciones lineales de algunas variables aleatorias llamadas factores. Los factores son construcciones subyacentes o variables latentes, al igual que en las variables originales, los factores varían de un individuo a otro, pero a diferencia de las variables, los factores no pueden medirse ni observarse. Finalmente, el objetivo del análisis factorial es reducir la redundancia entre las variables mediante el uso de un número menor de factores. De esta forma, se reducen el número de decisiones a tomar, se eliminan por economía matemática las variables identificadas como las que menos suman o restan al sistema, analizando de antemano la suma que el conjunto total de esas variables significan para la toma de decisiones propuesta.

Para lograr un mejor campo de acción en el camino de disminución de las variables que integran un sistema, el análisis multivariante se vale de una herramienta denominada análisis de la función discriminante o descripción de la separación grupal. Asimismo, el análisis de función discriminante según Alaminos, Francés, Penalva & Santacreu (2015), se utiliza para determinar la clasificación de los métodos estadísticos individuales. El principio básico es: según dos o más muestras de clases conocidas de datos de observación para identificar una o varias funciones discriminantes lineales e índices discriminantes, se determina la función discriminante en función de otro indicador para determinar a qué categoría pertenece un individuo, de este modo se separan los grupos de datos observados.

Conviene aclarar, que hay dos objetivos principales en la separación de grupos: el primero es la descripción de la separación grupal, en la cual las funciones lineales de las variables o funciones discriminantes, se usan para describir o dilucidar las diferencias entre dos o más grupos. Los objetivos del análisis discriminante descriptivo incluyen identificar la contribución relativa de las variables a la separación de los grupos y encontrar el plano óptimo en el que se pueden proyectar los puntos para ilustrar mejor la configuración de los grupos.

En segundo lugar, existe la predicción o asignación de observaciones a grupos, en los que se emplean funciones de clasificación para asignar una unidad de muestreo individual a uno de los grupos. Las funciones de clasificación evalúan los valores medidos en el vector de observación para un individuo u objeto para encontrar el grupo al que probablemente pertenece el individuo.

Cabe destacar que autores como Cuadras (2004) enuncian que el análisis discriminante no solo se usa para variables continuas y por medio de la teoría de números, puede usarse para datos cualitativos y ayuda a determinar objetivamente los criterios de clasificación (importante en una toma de decisión esperada). Sin embargo, el análisis discriminante solo puede ser el caso para la categoría que se ha identificado, cuando la clase en sí es incierta, se debe emplear la separación previa de la primera categoría con análisis discriminante o con análisis de conglomerados, la cual es otra herramienta que involucra el análisis multivariante.

El análisis de conglomerados, según Graham & Castner (2012) busca patrones en un conjunto de datos agrupando las observaciones (multivariadas) en racimos, el objetivo es encontrar una agrupación óptima para la cual, las observaciones u objetos dentro de cada grupo sea similar,

pero los grupos son diferentes entre sí. Por lo tanto, se espera encontrar las agrupaciones naturales en los datos, es decir, agrupaciones que tienen sentido para el investigador. Entonces, según Graham & Castner (2012) el análisis de conglomerados se usa para resolver el problema de un método de clasificación estadística, donde, si una observación dada de objetos en las que cada objeto tiene características observadas (variables) se agrupan estas características en varias clases, definiendo si el objeto en el agrupamiento observado hace que las diferencias internas sean similares o pequeñas a escalas individuales, pero con grandes diferencias entre categorías.

El análisis de conglomerado consiste, por lo tanto, en el agrupamiento jerárquico de variables o características observadas de un fenómeno. Sin embargo, difiere fundamentalmente del análisis de clasificación, puesto que, en el análisis de clasificación, solo se tiene en cuenta el valor de la variable dentro del grupo, mientras que en el análisis de conglomerados clasifica y reconoce patrones específicamente, sin encasillamiento numérico. Según Cuadras (2004), las técnicas de análisis de conglomerados se han aplicado ampliamente a los datos en muchos campos, como medicina, psiquiatría, sociología, criminología, antropología, arqueología, geología,

geografía, teledetección, investigación de mercado, economía e ingeniería.

El Análisis Multivariante Aplicado a la Planificación por Escenarios

Todo análisis de investigación científica de la realidad según Alaminos, Francés, Penalva & Santacreu (2015) siempre opera con algún nivel de medición. En ese aspecto, se encuentran desde el punto más básico, empleando la clasificación, hasta los más sofisticados que intentan establecer algún tipo de magnitud asociada a los fenómenos o características de una realidad estudiada. Relativo a ello, una tarea tan simple como crear categorías, lo cual consiste en poner un nombre a algo y emplearlo para identificar y diferenciar, se convierte en un acto de medición.

Así que, es fácil establecer una relación, puesto que la sociedad misma ejerce una capacidad de forma espontánea para crear tipos o categorías, los cuales se convierten en recursos sociales para poder dar orientaciones y criterios de comportamiento a los individuos, corporaciones, empresas o para manejarse en lo cotidiano. Por lo general, según Closas, Arriola, Kuc, Amarilla & Jovanovich (2013), esas tipologías sociales están frecuentemente asociadas a diferentes rasgos materiales, tales como, posesiones o posiciones. Tal es el caso de una empresa, donde según la posición en la cadena productiva, e incluso

en jerarquías se miden algunos aspectos en su función más básica de diferenciación, categorización, comparación y clasificación. A su vez, es un procedimiento esencial y cotidiano en las sociedades. ¿Qué es más igual? ¿Qué es más diferente? Son operaciones básicas de la vida cotidiana.

Desde el punto de vista científico, Nasca & Charles (2015) resaltan que la medición se realiza construyendo sistemas de indicadores e índices que representan aspectos sustantivos de la realidad. En esta labor, la estadística tiene un ejercicio instrumental importante. Puesto que, en el caso de la construcción de índices valorativos para aplicar análisis a variables de diversas índoles y por lo tanto, con un grado de dificultad asociado considerable, la estadística multivariante facilita dos operaciones muy importantes. La primera de ellas es que ofrecen un sistema para determinar un índice que resuma la información que pueda contenerse en un conjunto de indicadores y en segundo lugar, permite de manera eficaz la medición y establecimiento de índices a partir de realidades subjetivas que son difíciles observar de forma objetiva en un sistema de variables cotidianos en una organización o en cualquier aspecto que signifique el manejo de datos y la proyección de números con fines futuristas (Meneses, 2013).

El uso del análisis multivariante (MVA) según los autores Graham & Castner (2012) se trata de un método de procesamiento de datos incorporados en la planeación estratégica que se han convertido en una técnica cada vez más común. El análisis multivariante presenta un poderoso conjunto de herramientas para ayudar a la alta gerencia organizacional a procesar datos de variables complejos y multivariantes. Partiendo de este punto, según Minguet (2014) cuando se usa correctamente, el análisis multivariante puede ayudar a las empresas identificar las principales fuentes de diferencias dentro de una circunstancia o entre aspectos relacionados con la toma de decisiones, permitiendo determinar dónde ciertos puntos existen en una realidad o verificar la presencia de variables que afectan una decisión o un conjunto de estas.

Relativo a ello, de todos los métodos del análisis multivariante, el análisis de componentes principales (PCA) es el de uso más común y constituye un excelente punto de partida para la aplicación de muchos de los otros métodos empleados para procesar datos. Según autores como Harris, Watts, Nel, Schoeman & Possingham (2014), la planificación de escenarios puede ser útil para guiar la toma de decisiones bajo incertidumbre, creando un sistema para la planificación en ambientes múltiples y complejos. En este sentido, el diseño de

escenarios permite a la planificación estratégica comparar diferentes realidades posibles cuantificando además las compensaciones entre escenarios.

Por otra parte, Gaibor (2018) expresa que el uso de estadísticas multivariadas aplicadas tradicionalmente para comparar datos, también es empleado para diseñar, bajo diferentes escenarios, la planificación de circunstancias diversas con fenómenos asociados característicos de cada aspecto y particularidad inherente al plano organizacional. En tal sentido, las estadísticas multivariantes demuestran ser herramientas útiles en el contexto de la planificación, puesto que se desarrollan mecanismos que permiten la compensación de variables asociadas, con la inclusión de la probabilidad dentro del marco de las proyecciones.

No obstante, según Echeverría (2016) las estadísticas multivariadas se usan ampliamente para determinar patrones en conjuntos de datos complejos y para identificar los correspondientes a variables explicativas. Tales análisis han sido de reciente interés para la alta gerencia, por lo tanto, están comenzando a ser aplicado en el diseño y en la planeación de estrategias. En tal sentido, mediante estudios se ha tratado de distinguir grupos de similares soluciones a un escenario, proporcionando así alternativas y configuraciones para la

toma asertiva de decisiones (Harris, Watts, Nel, Schoeman & Possingham, 2014).

Sin embargo, debido a que las decisiones son realizadas bajo incertidumbre, un enfoque de planificación de escenarios es un curso de acción prudente (Harris, *et. al.*, 2014). En consecuencia, mediante la recolección de datos es posible dar con aspectos claves a ser considerados por la gerencia de estrategias, los cuales, pueden construir múltiples escenarios; por ejemplo con diferentes características, objetivos, entradas de datos o trayectorias de cambio global, que podría abordar varios escenarios o manejo estratégico para que las alta gerencia de una organización pueda someter a consideración.

Adicionalmente, el análisis multivariante ofrece métodos para comparar soluciones, tanto dentro de los escenarios, como entre escenarios. Lo anterior, sería útil, particularmente si las razones subyacentes de las diferentes configuraciones de escenarios y sus consecuencias e implicaciones no pueden ser reveladas simultáneamente (Harris, *et al.*, 2014). Según Cuadras (2004), para explorar el uso de estadísticas multivariantes en la comparación de implicaciones bajo diferentes escenarios, se emplea en general, la utilidad de cada escenario que arroje el análisis comparativo de los

misimos. Para ello, se hace una cuantificación de las posibles compensaciones entre diferentes posibilidades diseñadas mediante el método de planificación por escenario.

La comparación estadística de escenarios en opinión de Meneses (2013) también tiene teóricamente aplicaciones que podrían guiar las futuras prioridades de investigación. Por ejemplo, los estudios pueden determinar una resolución mínima para los datos de entrada necesarios para diseñar los escenarios adecuados para un problema en particular. Esto, podría ayudar a responder preguntas referentes a los cambios estratégicos necesarios y si estos serían estadísticamente significativos, es decir, si tienen una base científica en sus aproximaciones de diferentes escenarios diseñados con distribuciones reales. Adicionalmente, respecto a la resolución de los datos de costos, este método tiene importantes características que permiten diseñar escenarios eficientes, que con algunos cambios puede representar con precisión la situación socioeconómica de costos (Van Perlo, 2004). Esto podría tener implicaciones importantes sobre cómo se gastan los fondos de una empresa en particular para lograr los planes y proyectos emanados desde la gerencia estratégica, mediante decisiones más robustas y eficientes. En este contexto, las estadísticas multivariantes aplicadas proporcionan

nuevas herramientas potencialmente útiles para la planificación.

En contraste con lo anterior, según Pérez (2004) ya desde los años 70, los métodos de análisis multivariante de datos, sobre todo a nivel de los métodos factoriales y de clasificación, habían probado su eficacia en el estudio de grandes masas de información compleja, en campos y disciplinas complejas y variadas. Esto, debido a que se trata de métodos descriptivos pero a la vez multidimensionales, por oposición a los métodos de estadística descriptiva que tratan únicamente una o dos variables. Por último, según Minguet (2014) esta diferencia ofrece una solución interesante al aspecto, relacionado con el campo de la planificación por escenarios, donde abundan matrices de variables, tanto diversas, como complejas que deben ser abordadas para mejor su comprensión, clasificándolas, agrupándolas, minimizándolas y descartándolas a fin de dar con la solución más óptima para un sistema deseado o un escenario factible.

Evidentemente y en coherencia con lo expuesto por Gaibor (2018), los aspectos que ofrece el análisis multivariante emergen de una manera completamente diferente, puesto que permite analizar datos textuales cuantitativamente y procesar los textos de tal manera que sean adecuados para procedimientos estadísticos o matemáticos.

Para ello, el análisis estadístico multivariante se vale de dos definiciones (relacionadas) de consistencia lógica, a saber, consistencia lógica de datos y consistencia lógica de predictores. En tal sentido, una vez que se ha realizado el pre procesamiento de los textos, un paso natural es comprimir la información en una forma más condensada, incluso después del filtrado. Con esto en mente, las variables restantes serán las que mayormente interesen al sistema. De una forma u otra, la utilidad de las variables restantes tiene que ser determinadas por el análisis en la toma de decisiones que se proyectan a tomar, considerando las implicaciones en diferentes escenarios de observación esperados (Minguet, 2014).

En base a lo anterior, al enfrentar desarrollos futuros, como lo es la planificación de escenarios y el análisis multivariante como técnica de tratamiento de variables, el autor Enzmann (2010) expresa que esta orientación de la estadística ofrece un enfoque complementario a la planificación estratégica tradicional. Para Minguet (2014) la planificación estratégica tradicional consiste en predecir el futuro en un solo punto y en un horizonte de tiempo elegido para mapear los planes preferidos y abordar dicho futuro, la planificación de escenarios bajo una perspectiva generada por el análisis multivariante crea historias sobre

múltiples futuros potenciales probables en un horizonte de tiempo dado y mapea los planes preferidos para abordar los múltiples futuros potenciales descritos y definidos, bajo características científicas abordadas por la estadística como ciencia.

Cada escenario es intencionalmente diferente y específicamente, se obtienen datos del peor pronóstico de los casos, el promedio o el mejor de los casos; adicionalmente, es la planificación de escenarios un proceso de predicción probabilística, puesto que aborda la concepción de criterio planificados bajo el enfoque de una proyección de conglomerados de variables que generan no solo un único resultados viable, sino varios, dejando en manos de la gerencia la decisión de la opción que consideren subjetivamente más óptima. Por otro lado, Cuadras (2019) resalta que el análisis multivariante se centra en las fuerzas impulsoras inciertas (incertidumbre) de alto impacto que afectan un conjunto de datos.

Por otro lado, según expresan los autores Mejía, Agudelo & Soto (2016), la planificación por escenario dentro de los planes de una organización, se basa en la incertidumbre, la cual es un concepto clave, ya que cada variable está ligada a fuerzas asignadas a ejes de incertidumbre, cuyos polos tienen efectos opuestos en diferentes puntos de las variables analizadas. Es aquí

donde según Cuadras (2019) el análisis multivariante minimiza la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones, puesto que no existe la probabilidad cero de modo natural en un sistema, ni la probabilidad uno, es decir nada tiene ocurrencia cero ni es 100 por ciento posible. Por lo tanto, existe en cada variable una incertidumbre asociada, que la estadística resuelve sumando el mayor número de variables a un sistema y de ese modo, ajustar la probabilidad asociándolo a un error estándar identificado (Laffarga & Piña, 1995).

En el ejemplo de un caso propuesto por Enzmann (2010), una investigación relacionada con una empresa dedicada a la salud, uno de los problemas planteados por la gestión estratégica y para lo que empleó la planificación por escenarios mediante el método de los 8 pasos, tenía como característica la confluencia de diferentes factores o ejes de decisión y uno de ellos era el *“enfoque de mercado”*, (control del gobierno) frente a un mercado privado descentralizado. Otro eje era el *“modelo de negocio”*. El tercer eje era *“tecnología y ciencia”*, con un polo que representa la tecnología. Los polos seleccionados de estos ejes se combinaron para crear 3 escenarios. Un escenario, denominado *“emprendedurismo”*, consistía en un mercado privado descentralizado, un modelo comercial desglosado con

tecnología y ciencia amenazadoras. Un segundo escenario, denominado “*medicina socializada*”, tenía un enfoque de mercado centralizado, un modelo de negocio especializado unificado con tecnología y ciencia habilitadoras. Un tercer escenario, denominado “*caída libre*”, tenía un enfoque de mercado centralizado, un modelo comercial desglosado con una tecnología y ciencia amenazadoras. Estos escenarios proporcionan una gama de futuros que en última instancia permiten la identificación de “*señales*” definidas que pueden sugerir qué características básicas entre los “*futuros posibles*” se están desarrollando.

Siguiendo con el párrafo anterior, Mejía, Agudelo & Soto (2016) destacan que relativo a la planificación de escenarios, se prevé la implementación de respuestas estratégicas construidas de manera apropiada. Sin embargo, como se observa, los ejes de observación son amplios y variados y en algunos casos no engloban otras variables relacionadas con los aspectos comerciales, económicos y administrativos que indudablemente sumarán a los resultados de los escenarios posibles. En este caso particular Laffarga & Piña (1995), sintetizan que el análisis estadístico y el estudio multivariante proporciona a los escenarios un plan de juego preparado, previamente disponible para su uso inmediato a medida que se desarrolla el futuro. Esto permite una

respuesta deliberada en lugar de una respuesta urgente construida rápidamente, basándose en el modelo de los 8 pasos. Al respecto, Ludwig, Giesecke & Walton (2009) destacan que este método de planificación por escenarios, tal como se mencionó en su momento, solo ofrece el análisis de alertas más no una prueba de acción del modelo generado ni propuesto.

Un ejemplo adicional del método propuesto que produce una visión más amplia del alcance de la planificación por escenario y su combinación con el análisis multivariante es el presentado por Anderson & Santana (2015), quienes consideraron un análisis de macrofauna de sedimentos blandos. Se estudia la diversidad y su relación con la heterogeneidad ambiental en sistemas marinos bentónico sobre grande escalas espaciales en el Mar del Norte. Las muestras de organismos macrobénticos de sedimentos blandos que se obtuvieron fue de 101 sitios que se encuentran en cinco grandes áreas a lo largo de un trayecto de 15 grados de latitud para un total de 809 taxones.

Como se evidencia, el tamaño de la muestra, la multitud de las variables, la poca disposición de algunos aspectos no controlados por los investigadores arrojó varios escenarios de análisis posibles, que solo evitarían el sesgo subjetivo de los datos mediante la aplicación del análisis

multivariante, pudiendo determinar los factores de las variables analizadas que más suman o restan a la investigación que se lleva a cabo (Wolfgang & Simar, 2012). En este caso la gerencia estratégica de la empresa que desarrolla la investigación, puede considerar la reducción de

escenarios bajo expectativas de pérdidas de costos con el análisis multivariante. Con ello, se busca reducir el factor subjetivo de la planificación por escenarios, que según se evidenció, representa la mayor debilidad de este método de planificación (Ludwig, et. al., 2009).

CONCLUSIONES

La palabra escenario a menudo se confunde con estrategia hasta el punto de que necesita una aclaración si se desea entender apropiadamente. En tal sentido, se describieron los avances logrados en la creación y desarrollo de diversas metodologías y procedimientos destinados a contribuir a la planificación estratégica, como son los métodos puntuales de planificación por escenarios, tales como, método de los 8 pasos, el método de Dubin, el método diamante y el método de AHP, entre otros métodos diseñados para emplearse en la construcción de escenarios.

En la revisión realizada se evidencia la disponibilidad de herramientas poderosas que estimulan la imaginación, reducen los prejuicios directivos colectivos y promueve la apropiación. Una de las principales funciones del ejercicio de futuros estratégicos es eliminar los errores que generalmente se asocian a las variables y a la toma de decisiones, por lo que las herramientas en conjunto, son instrumentos

que a simple vista, pueden ser apropiadas (Minguet, 2014).

Los diferentes estudios consultados muestran que el desarrollo de estas técnicas estadísticas está inspiradas en la firmeza intelectual que le permite a la alta gerencia estratégica hacer las preguntas correctas. Por supuesto, estas herramientas no vienen con una garantía, sin embargo tal como lo reseña el rigor científico, la minimización del error estándar, la suma del mayor número de variables y la toma en consideración de cada uno de los aspectos destacables de un conjunto, son mecanismos validados que ofrecen la reducción de posibles errores dentro de una organización, aún cuando tiene bajo número de datos y variables.

La mayoría de las investigaciones sobre análisis multivariante contiene muchas técnicas que se pueden utilizar para analizar un conjunto de datos. En tal sentido, estas técnicas con su utilidad y dificultad representan un herramienta de

apoyo a la planificación por escenario y proporciona una comprensión general de estas técnicas de análisis, lo que resulta en mayores posibilidades de uso para que ayude a la alta gerencia a comprender los tipos de preguntas que deben formularse, las capacidades y las limitaciones para responderlas.

Adicionalmente, se puede decir que el análisis multivariante se puede usar para comparar diferentes expectativas que con lleven a diseñar escenarios y cuantificar las posibles compensaciones entre ellos. Estos análisis se pueden adaptar para comparar conjuntos de soluciones para una variedad de escenarios producidos por cualquier software de planificación que proporcione múltiples soluciones. Por tanto, la aplicación potencial de estos escenarios bajo una perspectiva multivariante, otorga a la estadística amplias contribuciones durante la toma de decisiones.

Según se evidenció en la revisión del tema, el análisis multivariante es una herramienta de análisis que aporta al campo de la planificación estratégica por medio de la planificación por escenarios. El aporte consiste en la reducción del error presente en la toma de decisiones, debido a que elimina la subjetividad en el análisis, siendo la principal falencia que posee el método no matemático de planificación por escenario.

Otro aporte importante del análisis multivariante es que suma un mayor número de variables asociadas a los escenarios posibles, identificando su posición, valor y aporte que hace al conjunto completo, sin olvidar que da mayor propiedad al método de planificación por escenario afianzando su posición dentro del contexto de la planificación estratégica, al incluir una disciplina con rigor científico, como lo es la ciencia estadística.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alaminos, A., Francés, F., Penalva, C. & Santacreu, O. (2015). Análisis multivariante para las Ciencias Sociales. Índices de distancia, conglomerados y análisis factorial. Cuenca: Pydlos.

Alzamora, E. (2018). El poder del conocimiento y de la información como generador de valor en las organizaciones. *Conocimiento global* 3(1), 14-29.

Recuperado a partir de <http://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/3>

Anderson, M. & Santana, J. (2015). Measures of precision for dissimilarity-based multivariate analysis of ecological communities. *Ecology Letters*, 18(1), 66–73.

- Bernal Payares, O. (2018). Planeación estratégica y sostenibilidad corporativa. *Conocimiento Global*, 3(1), 50-55. Recuperado a partir de <http://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/27>
- Boden, L., Auty, H., Bessell, P., Duckett, D. & Liu, J. et al. (2015). Scenario planning: the future of the cattle and sheep industries. *Medicinal preventive veterinary*. 121(1), 353-364.
- Caballero Tovío, A. (2016). Grado de articulación de las estrategias consignadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 con la situación del sector industrial colombiano. *Enfoque Disciplinario*, 1(1), 14-20. Recuperado a partir de <http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/5>
- Closas, A., Arriola, E., Kuc, C., Amarilla, M. & Jovanovich, E. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. *Enfoques*, 25(3), 65-92.
- Cuadras, C. (2004). Análisis Multivariante. *Question*, 11(3), 37-57.
- Cuadras, C. (2019). Nuevos métodos de análisis multivariante: Barcelona: CMC.
- Chandra, S. & Menezes, D. (2001). Applications of Multivariate Analysis in International Tourism Research: The Marketing Strategy Perspective of NTOs. *Journal of Economic and Social Research*, 3(1), 77-98.
- De Oliveira, A., Ribeiro, L., Brito, S., Oliveira, A. & De Sousa, M. (2018). Statistical multivariate analysis applied to environmental characterization of soil in semiarid region. Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Brazil.
- Echeverría, F. (2016). Planeación prospectiva: Escenarios y clústeres normativos. *Realidad y reflexión*, 16(44), 1-19.
- Enzmann, D. (2010). Scenario Planning. *PlumX Metrics*, 10(2), 19-20.
- Farhangmehr, M. (2005). Contribution of strategic marketing planning to the performance of small and medium sized firms. University of Minho, Braga, Portugal.
- Gaibor, E. (2018). Análisis multivariante con indicadores de competitividad para el sector carrocero. Universidad de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Godet, M. (2000). The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls. Paris: TFSC.
- Graham, D. & Castner, D. (2012). Multivariate Analysis of ToF-SIMS Data from Multicomponent Systems: The Why,

- When, and How. *Biointerphases*, 7(49), 1-13.
- Gutiérrez, R., Gutiérrez Sánchez, R. & Linares, J. (2013). Metodologías activas en el análisis multivariante. Universidad de Granada, Granada, España.
- Harris, L., Watts, M., Nel, R., Schoeman, D. & Possingham, H. (2014). Using multivariate statistics to explore trade-offs among spatial planning scenarios. *Journal of Applied Ecology*, 51(2), 1504–1514.
- Johnson, R. & Wichern, D. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kaplan, J., González, M. & Cruz, C. (2009). Aplicación del diamante de competitividad de Porter en la industria del camarón en el estado de Sonora. Unidad Académica Navojoa, Sonora, México.
- Laffarga, J. & Piña, V. (1995). La utilidad del análisis multivariante para evaluar la gestión continuada. *Revista española de financiación y contabilidad*. 24(84), 727-748.
- Ludwig, L., Giesecke, J. & Walton, L. (2009). Scenario planning: a tool for academic health sciences libraries. *Health Information and Libraries Journal*, 27(2), 28–36.
- Mejía, C., Agudelo, I. & Soto, C. (2016). Planeación por escenarios: un caso de estudio en una empresa de consultoría logística en Colombia. *Estudios gerenciales*, 32(2), 96-107.
- Meneses, J. (2013). Aspectos básicos del análisis multivariante. Catalynya: UOC.
- Minguet, C. (2014). Análisis multivariable en la planificación de proyectos en escenarios de incertidumbre. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Mushtak, A. (2012). Multivariate Statistical Analysis. *British Journal of Science*, 6 (1), 55- 66.
- Nasca, T. & Charles, T. (2015). Medicine in 2035: Selected Insights From ACGME's Scenario Planning. *Journal of Graduate Medical Education*, 1 (8), 1-4.
- Pérez, C. (2004). Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. Madrid: Pearson Educación.
- Ramírez, R., Guevara, F., D'Armas, R., Peña, R. & Farías, R. *et al.* (2017). Análisis multivariante: teoría y practivca de las principales técnicas. Milagro: UNEMI.
- Van Perlo, F. (2004). Contributions to Multivariate Analysis with Applications in Marketing. The Netherlands: Labyrinth Publications.

Vergara, J., Fontalvo, T. & Maza, F. (2010).

La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas. *Prospectivas*, 8(2), 21-29.

Wolfgang, K. & Simar, L. (2012). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. London: Springer Scenario Planning

Yori, L., Hernández, J. & Chumaceiro, A. (2011). Planificación de escenarios: una herramienta estratégica para el análisis del entorno. *Revista Venezolana de Gerencia*, 16(54), 274-290.